

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Dr. Lutz LOHMANN

Application. No.: *To Be Assigned*

Filed: November 6, 2003

FOR: METHOD AND DEVICE FOR
MONITORING AN AREA OF
COVERAGE

Art Unit: *Unassigned*

Examiner: *Unassigned*

Atty. Docket No. 38412-198025

Customer No.

26694

PATENT TRADEMARK OFFICE

November 6, 2003

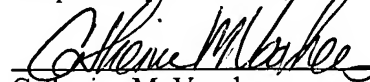
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Application No. 102 51 584.0 filed on November 6, 2002 in Germany, the priority of which is claimed in the present application under the provisions of 35 U.S.C. 119. It is requested that the Examiner acknowledge receipt of the enclosed document in the initial Office Action.

Respectfully submitted,



Catherine M. Voorhees

Registration No. 33,074

VENABLE LLP

P.O. Box 34385

Washington, D.C. 20043-9998

Telephone: (202) 344-4000

Telefax: (202) 344-8300

CMV/elw
DC2/497177

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

 Aktenzeichen:

102 51 584.0

Anmeldetag:

6. November 2002

Anmelder/Inhaber:


Leuze lumiflex GmbH + Co, Fürstenfeldbruck/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines
Erfassungsbereiches

IPC:

F 16 B 3/14

 Die angeheftet n Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

P0310402

Leuze lumiflex GmbH + Co.
82256 Fürstenfeldbruck, DE

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Erfassungsbereichs an einem Arbeitsmittel mit wenigstens einer Kamera (51, 51') umfassend folgende Verfahrensschritte:

10 Erfassen einer objektfreien Schutzzone (7) innerhalb des Erfassungsbereichs mittels der Kamera (51, 51') als Referenzhintergrund,

Überprüfung des Referenzhintergrundes hinsichtlich dessen Inhomogenität, wobei der Referenzhintergrund nur dann als ungültig verworfen wird, wenn innerhalb einer vorgegebenen Varianzstrecke die ermittelte
15 Inhomogenität ein vorgegebenes Maß unterschreitet und ansonsten der Referenzhintergrund als gültig klassifiziert wird,

Freigabe zur Erfassung von in die Schutzzone (7) eindringenden sicherheitskritischen Objekten bei als gültig klassifiziertem Referenzhintergrund, wobei diese durch Vergleich von mit der Kamera (51, 51')-aktuell
20 ermittelten Bildern der Schutzzone (7) mit dem gültigen Referenzhintergrund erfolgt und ein sicherheitskritisches Objekt dann als erkannt gilt, wenn das jeweilige aktuelle Bild signifikant vom Referenzhintergrund abweicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera
25 (51, 51') eine matrixförmige Anordnung von Empfangselementen aufweist, welche in ein Raster von flächigen Zonen mit jeweils einer vorgegebenen Anzahl von Empfangselementen zusammengefasst werden, wobei aus den Ausgangssignalen der Empfangselemente jeweils einer Zone wenigstens ein Referenzbildmerkmal abgeleitet wird, welches zur Klassi-
30 fizierung der Inhomogenität des Referenzhintergrundes dient.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangssignale der Empfangselemente der Kamera (51, 51') von Grauwerten oder Farbwerten gebildet sind, und dass innerhalb jeder Zone der Mittelwert der Grauwerte oder Farbwerte der einzelnen Empfangselemente als Referenzbildmerkmal zur Klassifizierung der Inhomogenität des Referenzhintergrundes gebildet wird.
5
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Varianzstrecke durch den Abstand zweier benachbarter Zonen gebildet ist.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Varianzstrecke der Hälfte der minimalen zur erfassenden Objektgröße entspricht.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzhintergrund als ungültig verworfen wird, wenn zwei benachbarte Zonen innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen denselben Merkmalswert aufweisen.
15
7. Vorrichtung zur Überwachung eines Erfassungsbereichs an einem Arbeitsmittel mit wenigstens einer Kamera (51, 51'), wenigstens einer an diese angeschlossenen Rechneinheit (53, 53') und wenigstens einem Schaltausgang (56), mit in der Rechneinheit (53, 53') integrierten Mitteln zur Abspeicherung und Klassifizierung eines Referenzhintergrundes, wobei der Referenzhintergrund von einem mittels der Kamera (51, 51') erfassten Bild einer objektfreien Schutzzone (7) innerhalb des Erfassungsbereichs gebildet ist, mit in der Rechneinheit (53, 53') integrierten Mitteln zur Freigabe einer Objekterfassung in Anhängigkeit der Klassifizierung des Referenzhintergrundes, und mit in der Rechneinheit integrierten Mitteln zum Vergleich von aktuell mittels der Kamera (51, 51') ermittelten Bildern der Schutzzone (7) und einem als gültig klassifizier-
20
25

5 ten Referenzhintergrund, wobei eine Erfassung eines sicherheitskritischen Objekts innerhalb der Schutzzone (7) gegeben ist, falls das aktuelle Bild signifikant vom Referenzhintergrund abweicht und wobei das Arbeitsmittel über den von der Rechneinheit (53, 53') angesteuerten Schaltausgang (56) nur dann in Betrieb gesetzt ist, falls sich kein sicherheitskritisches Objekt innerhalb der Schutzzone (7) befindet.

10 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rechneinheit (53, 53') ein binäres Steuersignal generiert wird, dessen Schaltzustände angeben, ob ein als gültig oder als ungültig klassifizierter Referenzhintergrund vorliegt.

 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit der Schaltzustände des Steuersignals die Objekterfassung freigegeben oder gesperrt ist.

15 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltzustände des Steuersignals über einen an die Rechneinheit (53, 53') angeschlossenen Meldeausgang (58) ausgebbar sind.

20 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 – 10, dadurch gekennzeichnet, dass diese zwei ein redundantes Kamerasystem bildende Kameras (51, 51') aufweist, auf welche mittels eines Strahlteilers (52) Bilder des Erfassungsbereichs abbildbar sind.

25 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass diese zwei Rechneinheiten (53, 53') aufweist, wobei jeweils eine Rechneinheit (53, 53') an eine der Kameras (51, 51') zur Auswertung der dort erfassten Bildinformationen angeschlossen ist, und wobei beide Rechneinheiten (53, 53') zur gegenseitigen Überprüfung miteinander gekoppelt sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalt-
ausgang (56) von beiden Rechneinheiten (53, 53') angesteuert ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekenn-
zeichnet, dass der Meldeausgang (58) von beiden Rechneinheiten (53,
5 53') angesteuert ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 14, dadurch gekennzeichnet,
dass die Kameras (51, 51') des Kamerasystems identisch oder wenigstens
funktionsgleich sind.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 – 15, dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Rechneinheiten (53, 53') eine identische Hardwarestruktur
aufweisen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 – 15, dadurch gekennzeichnet,
dass die Rechneinheiten (53, 53') unterschiedliche Softwarestrukturen
aufweisen.
- 15 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 – 17, dadurch gekennzeichnet,
dass in jeder Rechneinheit (53, 53') der Referenzhintergrund abgespei-
chert ist und hinsichtlich seiner Inhomogenität überprüft wird.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass über das
Steuersignal nur dann die Objekterfassung freigegeben ist, wenn der Re-
20 ferenzhintergrund in beiden Rechneinheiten (53, 53') als gültig klassi-
fiziert ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 – 19, dadurch gekennzeichnet,
dass in den Rechneinheiten zur Objekterfassung jeweils ein Vergleich
der aktuellen Bilder der zugeordneten Kameras (51, 51') mit dem abge-
25 speicherten Referenzhintergrund erfolgt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass in den Rechneinheiten (53, 53') zur Objekterfassung aus den von den zugeordneten Kameras (51, 51') eingelesenen Bildinformationen Bildmerkmale gewonnen werden.
- 5 22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass über die Kopplung zwischen den Rechneinheiten (53, 53') ein Vergleich von in den beiden Rechneinheiten (53, 53') ermittelten Bildmerkmalen erfolgt.
- 10 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass über den Schaltausgang (56) das Arbeitsmittel außer Betrieb gesetzt ist, falls die in den einzelnen Rechneinheiten (53, 53') ermittelten Bildmerkmale nicht übereinstimmen.
- 15 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass über den Schaltausgang (56) das Arbeitsmittel außer Betrieb gesetzt ist, falls in beiden Rechneinheiten (53, 53') übereinstimmend Bildmerkmale ermittelt werden, die einem in der Schutzzone (7) befindlichen sicherheitskritischen Objekt zugeordnet sind.
- 20 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 24, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des von dem Kamerasystem erfassten Erfassungsbereiches (6) neben der Schutzzone (7) wenigstens eine Warnzone (8) definiert ist, wobei bei einem in der Warnzone (8) befindlichen sicherheitskritischen Objekt über einen Warnausgang (57) ein Warnmelder aktiviert wird.
- 25 26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Warnzone (8) an die Schutzzone (7) angrenzt.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzhintergrund die Schutzzone (7) und die Warnzone (8) umfasst.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass für ein sicherheitskritisches Objekt innerhalb der Warnzone (8) dessen Bewegungsrichtung erfassbar ist.
- 5 29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aktivierung des Warnmelders nur dann erfolgt, wenn sich ein sicherheitskritisches Objekt innerhalb der Warnzone (8) auf die Schutzzone (7) zu bewegt.
- 10 30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 - 29, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils mehrere Schutzzonen (7) und Warnzonen (8) vorgesehen sind, wobei jeweils einer Schutzzone (7) ein Schaltausgang (56) und jeder Warnzone (8) ein Warntausgang (57) zugeordnet ist.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel außer Betrieb gesetzt ist, falls sich in wenigstens einer Schutzzone (7) ein sicherheitskritisches Objekt befindet.
- 15 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel von einem Arbeitsroboter, insbesondere einem Montageroboter (1) gebildet ist.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel von einer Druckmaschine (9) gebildet ist.
- 20 34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel von einer Zuführeinrichtung gebildet ist.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel von einer Presse gebildet ist.

- 36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 – 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel von einer Abkantpresse (17) gebildet ist.
- 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 36, dadurch gekennzeichnet, dass die sicherheitskritischen Objekte von Personen gebildet sind.
- 5 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 – 37, dadurch gekennzeichnet, dass die sicherheitskritischen Objekte von Armen von Personen gebildet sind.

P0310402

Leuze lumiflex GmbH + Co.

82256 Fürstenfeldbruck, DE

5 **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Erfassungsbereiches**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines Erfassungsbereiches an einem Arbeitsmittel.

10 Das Arbeitsmittel kann beispielsweise von einem Montageroboter gebildet sein, welcher zum Montieren von Werkstücken dient. Derartige Montageroboter stellen ein hohes Gefahrenpotential für die jeweilige Bedienperson dar, da diese die Werkstücke üblicherweise manuell am Montageroboter einführen muss.

15 Zur Absicherung derartiger Erfassungsbereiche werden üblicherweise Schutz-
einrichtungen eingesetzt, die bei einem unkontrollierten Eingriff der Bedienperson in einen derartigen Erfassungsbereich das Arbeitsmittel außer Betrieb setzen.

Weiterhin werden als Schutzeinrichtungen Sicherheits-Lichtvorhänge und/oder Laserscanner eingesetzt. Ein derartiger Sicherheits-Lichtvorhang ist beispielsweise aus der DE 39 39 191 C3 bekannt. Diese Sicherheits-Lichtvorhänge bestehen aus mehreren Paaren von Sendern und Empfängern, welche jeweils eine Lichtschanke bilden. Laserscanner dienen in der Regel als Hintertretschutz hinter einer Lichtschanke oder einem Lichtgitter.

Mit derartigen Sicherheitseinrichtungen wird ein ebener, zweidimensionaler Überwachungsbereich abgedeckt.

Nachteilig bei derartigen Sicherheitseinrichtungen ist, dass zu einer kompletten Absicherung des Erfassungsbereiches an einem Montageroboter, insbesondere hinsichtlich des Zugriffsschutzes und der Bereichssicherung eine Vielzahl von Sicherheitseinrichtungen benötigt wird. Dies stellt nicht nur einen unerwünscht hohen Kostenaufwand dar, sondern erfordert auch eine aufwendige Montage, wobei oftmals nur unzureichend Platz für deren Anbringung zur Verfügung steht.

Die EP 0 902 402 A2 betrifft ein Verfahren zur optischen Überwachung eines Raumbereiches, insbesondere des Türbereiches eines Aufzuges. Der Raumbereich wird mittels einer Kamera überwacht. Alternativ können mehrere Kameras vorgesehen sein, mittels derer jeweils unterschiedliche Segmente des Raumbereiches überwacht werden. Die oder jede Kamera ist als digitale Kamera ausgebildet und weist ein Kameramodul, einen A/D Wandler, eine Auswerteeinheit, einen Mikroprozessor und einen Bildspeicher auf. Zur Überwachung des Raumbereiches erfolgt in der Auswerteeinheit ein pixelweiser Vergleich von Grauwerten eines aktuellen Bildes mit Grauwerten eines Referenzbildes. Dabei werden die Differenzen zwischen den Grauwerten des aktuellen Bildes und den Grauwerten des Referenzbildes gebildet. Zudem überwacht der Mikroprozessor die Funktionsfähigkeit der Kamera dadurch, dass das Unter-

und/oder Überschreiten einer Grundhelligkeit des aktuellen Bildes festgestellt wird.

5 Aus der DE 101 20 773 A1 ist eine Anordnung mit einer Videokamera und einer Einrichtung bekannt, die zur Vermeidung von Unfällen eingesetzt werden. Die Videokamera dient zur Überwachung eines Raumbereiches. Alternativ können mehrere Videokameras vorgesehen sein, mittels derer jeweils unterschiedliche Raumbereiche überwacht werden. An die oder jede Kamera ist das Bildverarbeitungssystem angeschlossen. Hinter dem Bildverarbeitungssystem befindet sich ein Analog-Digital Wandler, dessen Ausgang mit zwei Bildverarbeitungskanälen verbunden ist. Beide Kanäle sind mit einem Datenvergleicherverbunden.
10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System zu schaffen, welches eine sichere Überwachung eines Erfassungsbereiches an einem Arbeitsmittel gewährleistet ohne dessen Verfügbarkeit unnötig einzuschränken.

15 Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale der Ansprüche 1 und 7 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Überwachung eines Erfassungsbereichs an einem Arbeitsmittel mit wenigstens einer Kamera. In einem
20 ersten Verfahrensschritt erfolgt das Erfassen einer objektfreien Schutzzone innerhalb des Erfassungsbereichs mittels der Kamera als Referenzhintergrund. Anschließend erfolgt eine Überprüfung des Referenzhintergrundes hinsichtlich dessen Inhomogenität. Dabei wird der Referenzhintergrund nur dann als ungültig verworfen, wenn innerhalb einer vorgegebenen Varianzstrecke die ermittelte Inhomogenität ein vorgegebenes Maß unterschreitet. Ansonsten wird
25 der Referenzhintergrund als gültig klassifiziert. Darauf erfolgt eine Freigabe zur Erfassung von in die Schutzzone eindringenden sicherheitskritischen Ob-

jekten bei als gültig klassifiziertem Referenzhintergrund, wobei diese durch Vergleich von mit der Kamera aktuell ermittelten Bildern der Schutzzone mit dem gültigen Referenzhintergrund erfolgt. Ein sicherheitskritisches Objekt gilt dann als erkannt, wenn das jeweilige aktuelle Bild signifikant vom Referenzhintergrund abweicht.

Durch die Referenzierung der aktuellen Bildinformationen auf den Referenzhintergrund wird die Nachweissicherheit bei der Detektion von sicherheitskritischen Objekten erheblich erhöht.

Wesentlich hierbei ist, dass der Referenzhintergrund hinsichtlich seiner Inhomogenität überprüft wird und nur dann als gültig klassifiziert wird, wenn dieser keine homogenen Zonen aufweist, deren Abmessungen größer als die vorgegebene Varianzstrecke sind. Dabei entspricht die Varianzstrecke vorzugsweise der Hälfte der minimalen zu erfassenden Objektgröße und damit der Auflösung der Kamera bzw. des Kamerasystems.

Durch diese Überprüfung des Referenzhintergrundes ist gewährleistet, dass die Objekterfassung zur Detektion sicherheitskritischer Objekte nur bei Vorliegen eines durchgängig inhomogenen Referenzhintergrundes freigegeben wird. Damit können insbesondere auch homogene sicherheitskritische Objekte, insbesondere einfarbige Gegenstände, vor dem inhomogenen Referenzhintergrund sicher erfasst werden, da sich die Objekte als homogene Bildbereiche von dem inhomogenen Referenzhintergrund signifikant abheben. Gleichermäßen können auch inhomogene Objekte durch den Vergleich der aktuellen Bilder der Kamera mit dem als gültig klassifizierten Referenzhintergrund sicher erfasst werden, da die Wahrscheinlichkeit, dass die Inhomogenitätsstruktur des Objekts identisch mit der Struktur des Referenzhintergrundes ist, vernachlässigbar klein ist.

Zur Klassifizierung des Referenzhintergrundes wird bei der Auswertung des Bildes der objektfreien Schutzzone bevorzugt ein Raster von flächigen Zonen

definiert, wobei in jeder der vorzugsweise identischen Zonen eine vorgegebene Anzahl der Empfangselemente der Kamera zusammengefasst wird. Innerhalb jeder Zone, deren Abmessungen an die Größe der Varianzstrecke angepasst sind, wird ein Referenzbildmerkmal abgeleitet. Je nach Ausbildung der Kamera
5 kann das Referenzbildmerkmal als Mittelwert der Grauwerte oder Farbwerte der einzelnen Empfangselemente einer Zone definiert sein. Die Varianzstrecke ist dann vorzugsweise als Abstand zweier benachbarter Zonen definiert, wobei ein gültiger Referenzhintergrund nur dann vorliegt, wenn innerhalb der Zonenraster keine benachbarten Zonen mit dem selben Wert des Referenzbildmerkmals registriert werden.
10

Die Überprüfung, ob ein gültiger Referenzhintergrund vorliegt, erfolgt im Rahmen eines Teach-in-Vorganges. Bei diesem Teach-in-Vorgang ist gewährleistet, dass sich kein Objekt im Erfassungsbereich, insbesondere in der Schutzzone befindet. Die Klassifikation des Referenzhintergrundes wird vorzugsweise mittels eines Meldeausgangs angezeigt, so dass eine Bedienperson
15 überprüfen kann, ob ein gültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde oder nicht. Liegt kein gültiger Referenzhintergrund vor, kann der Teach-in-Vorgang wiederholt werden. Erst wenn ein gültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde, erfolgt die Freigabe der Vorrichtung zur Objekterfassung.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist im einfachsten Fall eine Kamera auf, an welche eine Rechneinheit angeschlossen ist. In der Rechneinheit erfolgt die Auswertung der Ausgangssignale der Kamera, wobei in Abhängigkeit hiervon ein Schaltausgang angesteuert wird, mittels dessen das Arbeitsmittel in Betrieb gesetzt werden kann. Zudem wird mit der Rechneinheit vorteilhaft
25 der Meldeausgang angesteuert. Über den Schaltausgang wird das Arbeitsmittel nur dann in Betrieb gesetzt, wenn ein gültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde und darauf die Objekterfassung freigegeben wurde, und wenn bei dieser Objekterfassung kein sicherheitskritisches Objekt in der Schutzzone erkannt wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung ein redundantes Kamerasystem bestehend aus zwei Kameras sowie einem diesen vorgeordneten Strahlteiler auf. Über den Strahlteiler werden Bilder des Erfassungsbereichs auf beide Kameras abgebildet. Die Vorrichtung weist weiterhin zwei Rechneinheiten auf, wobei jeweils eine Rechneinheit an eine der Kameras zur Auswertung der dort erfassten Bildinformation angeschlossen ist. Beide Rechneinheiten sind zur gegenseitigen Überprüfung miteinander gekoppelt. Der Schaltausgang und gegebenenfalls der Meldeausgang werden in diesem Fall von beiden Rechneinheiten angesteuert.

10 Die beiden Kameras bilden ein redundantes Kamerasystem, durch welches eine hohe Detektionssicherheit bei der Objekterfassung erzielt wird. Die hohe Detektionssicherheit wird weiterhin durch die den Kameras nachgeordnete zweikanalige Rechnerstruktur gewährleistet.

15 Dabei erfolgt die erfindungsgemäße Bildverarbeitung derart, dass durch den Strahlteiler jeweils dasselbe Bild von dem Erfassungsbereich auf die Kameras abgebildet wird. Die Bildinformationen, die von einer Kamera während des Teach-in-Vorgangs zur Überprüfung des Referenzhintergrundes und während der anschließenden Objekterfassung generiert werden, werden jeweils in der dieser Kamera nachgeordneten Rechneinheit ausgewertet. Zudem erfolgt ein Vergleich der Auswerteergebnisse beider Rechneinheiten, wobei dieser Vergleich vorzugsweise auf einer Bildmerkmalsebene erfolgt. Dabei wird die Objekterfassung im Anschluss an den Teach-in-Vorgang nur dann freigegeben, wenn der Referenzhintergrund in beiden Rechneinheiten als gültig klassifiziert wurde. Während der anschließenden Objekterfassung erfolgt in beiden 20 Rechneinheiten ein Vergleich des aktuell ermittelten Bildes mit dem in der jeweiligen Rechneinheit abgespeicherten Referenzhintergrundes.

25 Die erfindungsgemäße Vorrichtung bildet vorzugsweise ein System mit diversitärer Redundanz. Die vorzugsweise identisch oder wenigstens funktionsgleich ausgebildeten Kameras sowie die nachgeordneten Rechneinheiten bilden ein

redundantes Optik- und Hardwaresystem, während die Software auf den Rech-
nereinheiten diversitär ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass auf den Rechnein-
heiten unterschiedliche Softwarestrukturen vorhanden sind, die durch Installa-
tion unterschiedlicher Softwaremodule oder durch unterschiedliche Programm-
5 abläufe auf den Rechneinheiten realisierbar sind.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird somit eine hohe Sicherheit bei
der Auswertung der Bilderfassung erzielt, so dass die Vorrichtung den sicher-
heitstechnischen Anforderungen zum Einsatz im Bereich des Personenschutzes
genügt.

10 Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann durch eine geeignete Wahl des
vom Kamerasystem erfassten Erfassungsbereiches sowohl ein Zugriffsschutz
als auch eine Bereichssicherung im Bereich des Arbeitsmittels realisiert wer-
den. Das Arbeitsmittel ist vorteilhaft von einem Arbeitsroboter, insbesondere
einem Montageroboter gebildet. Generell kann das Arbeitsmittel von einer
15 Druckmaschine, einer Zuführeinrichtung, einer Presse, insbesondere einer Ab-
kantpresse oder dergleichen gebildet sein.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass innerhalb des von dem
Kamerasystem erfassten Erfassungsbereiches sicherheitskritische Objekte, wie
zum Beispiel Hände oder Finger einer Person, von nicht sicherheitskritischen
20 Objekten unterschieden werden können. Diese Unterscheidung erfolgt zweck-
mäßigerweise durch die in den Rechneinheiten durchgeführte Bildmerkmals-
analyse.

Die Erfindung wird im Nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es
zeigen:

25 **Figur 1:** Ein als Montageroboter ausgebildetes Arbeitsmittel mit einer Vor-
richtung zur Überwachung eines Erfassungsbereiches im Zugangs-
bereich zum Montageroboter.

Figur 2: Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Figur 1.

5 Figur 3: Ein als Druckmaschine ausgebildetes Arbeitsmittel mit einer Vorrichtung zur Überwachung eines sich über den Bereich des Anlegers und Auslegers der Druckmaschine erstreckenden Erfassungsbereiches.

Figur 4: Druckmaschine gemäß Figur 3 mit zwei Vorrichtungen zur Überwachung des Bereiches des Auslegers und des Anlegers.

10 Figur 5: Von einer Vorrichtung überwachter Bereich des Papiereinzugs am Anleger der Druckmaschine gemäß Figur 3 oder 4.

Figur 6: Seitenansicht eines von einer Abkantpresse gebildeten Arbeitsmittels mit einer vor diesem angeordneten Vorrichtung zur Überwachung eines Erfassungsbereiches.

15 Figur 7: Querschnitt durch einen Ausschnitt der Anordnung gemäß Figur 1 mit jeweils einer innerhalb eines Erfassungsbereiches liegenden Schutzzone und Warnzone.

20 Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Schutzeinrichtung, die zur Überwachung des Vorfelds eines als Arbeitsroboter ausgebildeten Arbeitsmittels dient. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Arbeitsroboter von einem Montageroboter 1 gebildet.

25 Der Montageroboter 1 befindet sich in einer eingezäunten Fertigungszelle 2 mit einer Einzäunung 3, die eine Zugangsöffnung 4 aufweist. Über die Zugangsöffnung 4 werden Gegenstände in die Fertigungszelle 2 eingebracht und aus dieser abtransportiert. Zudem hat das Bedienpersonal über diese Zugangsöffnung 4 Zugang zu der Fertigungszelle 2. Die Schutzeinrichtung ist von der erfindungs-

gemäßen Vorrichtung 5 gebildet, mittels derer ein Erfassungsbereich 6 erfasst wird. Der Erfassungsbereich 6 ist im vorliegenden Fall von dem Bereich der Fertigungszelle 2 sowie dessen Vorfeld gebildet.

Die Vorrichtung 5 ist in einem Gehäuse integriert, welches formschlüssig auf einer nicht dargestellten mechanischen Halterung so aufsitzt, dass diese schräg oberhalb des Montageroboters 1 angeordnet ist. Zur Ausrichtung der Vorrichtung 5 ist die mechanische Halterung in allen drei Raumrichtungen justierbar.

Figur 2 zeigt schematisch den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung 5. Die Vorrichtung 5 weist ein Beleuchtungssystem 50 zur Ausleuchtung des zu überwachenden Erfassungsbereiches 6 auf. Weiterhin weist die Vorrichtung 5 ein redundantes Kamerasystem auf. Das Kamerasystem weist zwei Kameras 51, 51' auf, welchen ein Strahlteiler 52 vorgeordnet ist. Die Kameras 51, 51' sind im vorliegenden Fall identisch ausgebildet und sind beispielsweise von CMOS- oder CCD-Kameras gebildet. In jedem Fall weist jede Kamera 51, 51' eine matrixförmige Anordnung von Empfangselementen auf. Prinzipiell sind auch unterschiedliche Kameras 51, 51' einsetzbar, die jedoch wenigstens funktionsgleich hinsichtlich ihrer optischen Parameter wie der Auflösung und der Größe der lichtempfindlichen Fläche sind. Der Strahlteiler 52 ist von einem Strahlteiler-Objektiv oder dergleichen gebildet. Mittels des Strahlteilers 52 wird jeweils dasselbe Bild vom Erfassungsbereich 6 auf die lichtempfindlichen Flächen der Kameras 51, 51' abgebildet.

An jede Kamera 51 oder 51' ist jeweils eine Rechneinheit 53 oder 53' angeschlossen. Die beiden Rechneinheiten 53, 53' bilden eine zweikanalige Auswerteeinheit zur Auswertung der in den Kameras 51, 51' generierten Bildinformationen. Die Rechneinheiten 53, 53' sind zudem miteinander gekoppelt, wobei hierfür jede Rechneinheit 53, 53' eine entsprechende Schnittstelle 54, 54' aufweist. Über die Schnittstellen 54, 54' erfolgt ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen den Rechneinheiten 53, 53'.

Die Ausgänge der Rechneinheiten 53, 53' sind auf eine Ausgangsschaltung 55 geführt. Im vorliegenden Fall weist die Ausgangsschaltung 55 einen Schaltausgang 56, einen Warnausgang 57 und einen Meldeausgang 58 auf. Der Schaltausgang 56 und vorzugsweise auch der Warnausgang 57 sowie der Meldeausgang 58 sind als selbstüberwachende Sicherheitsausgänge ausgebildet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 5 bildet ein System mit diversitärer Redundanz. Die Kameras 51, 51' sowie die Hardwarestrukturen der Rechneinheiten 53, 53' sind redundant ausgebildet. Die Software der Rechneinheiten 53, 53' ist diversitär ausgebildet. Dies wird dadurch erreicht, dass die Softwarestrukturen der Rechneinheiten 53, 53' unterschiedlich ausgebildet sind. Dies kann einerseits dadurch erreicht werden, dass auf den Rechneinheiten 53, 53' unterschiedliche Softwaremodule installiert sind. Andererseits kann die diversitäre Softwarestruktur durch unterschiedliche Programmabläufe in den Rechneinheiten 53, 53' erreicht werden.

Die Bildinformationen der Kameras 51, 51' werden in die jeweils angeschlossene Rechneinheit 53 oder 53' eingelesen. Dort werden die analogen Bildinformationen zunächst digitalisiert und dann ausgewertet.

Je nach dem ob die Kameras 51, 51' von Grauwert-Kameras oder Farbkameras gebildet sind, erfolgt die Auswertung in Form einer Grauwertanalyse oder einer Farbmerkmalsanalyse.

Mittels der Vorrichtung 5 wird abgeprüft, ob sich ein sicherheitskritisches Objekt in einer Schutzzone 7 innerhalb des Erfassungsbereiches 6 befindet. Ist dies der Fall, so wird über die Vorrichtung 5 zum Schutz der Bedienperson das Arbeitsmittel außer Betrieb gesetzt. Befindet sich dagegen kein sicherheitskritisches Objekt in der Schutzzone 7, so wird der Betrieb des Arbeitsmittels über die Vorrichtung 5 freigegeben.

Die Ansteuerung des Arbeitsmittels erfolgt mittels eines binären Schaltsignals, welches über den Schaltausgang 56 an das Arbeitsmittel ausgegeben wird. Der Schaltausgang 56 kann alternativ über ein Sicherheits-Bussystem an das Arbeitsmittel angeschlossen sein.

5 Die Schutzzone 7, innerhalb derer die Erfassung sicherheitskritischer Objekte erfolgt, ist im einfachsten Fall deckungsgleich mit dem von der Vorrichtung 5 überwachten Erfassungsbereich 6. Zweckmäßigerweise ist die Schutzzone 7 auf die Bereiche innerhalb des Erfassungsbereiches 6 begrenzt, innerhalb derer eine Gefährdung für die Bedienpersonen zu befürchten ist. Bei dem in Figur 1
10 dargestellten Fall stellt die Schutzzone 7 einen dreidimensionalen Teilbereich des Erfassungsbereiches 6 dar, der innerhalb der Einzäunung 3 liegt. Somit wird mit der Schutzzone 7 unmittelbar der gefahrbringende Schwenkbereich des Montageroboters 1 erfasst.

15 Zusätzlich zur Schutzzone 7 ist bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Warnzone 8 vorgesehen. Die Warnzone 8 liegt im Vorfeld der Schutzzone 7 und grenzt unmittelbar an die Außenseite der Einzäunung 3 im Bereich der Zugangsöffnung 4 an.

Der Warnzone 8 ist in der Vorrichtung 5 der Warneingang 57 zugeordnet, welcher einen nicht dargestellten Warnmelder steuert. In der Vorrichtung 5 wird
20 erfasst, ob sich ein sicherheitskritisches Objekt in der Warnzone 8 befindet oder nicht. In Abhängigkeit davon wird ein binäres Signal generiert, wobei der jeweilige Schaltzustand des Signals über den Warneingang 57 ausgegeben wird. Wird ein sicherheitskritisches Objekt in der Warnzone 8 registriert, so
25 wird über den dadurch generierten Schaltzustand der Warnmelder aktiviert, so dass dieser ein akustisches und/oder optisches Warnsignal abgibt.

Die Objekterfassung innerhalb der Schutzzone 7 und vorteilhaft auch innerhalb der Warnzone 8 erfolgt durch einen Referenzbildvergleich.

Hierzu wird vor Beginn der Betriebsphase der Vorrichtung 5 ein Teach-in Vorgang durchgeführt, um einen Referenzhintergrund einzulernen. Dabei wird mittels des Kamerasystems der Vorrichtung 5 die objektfreie Schutzzone 7 und die objektfreie Warnzone 8 erfasst. Die entsprechenden Bildinformationen werden als Referenzhintergrund abgespeichert. Im vorliegenden Fall weist die Vorrichtung 5 einen zweikanaligen Aufbau auf, so dass der Referenzhintergrund in beiden Rechneinheiten 53, 53' abgespeichert wird.

Anschließend erfolgt in jeder Rechneinheit 53, 53' eine Klassifizierung des Referenzhintergrundes als gültig oder ungültig, wobei hierzu der Referenzhintergrund hinsichtlich seiner Inhomogenität überprüft wird. Dabei wird ein Referenzhintergrund nur dann als gültig klassifiziert, wenn dieser keine homogenen Bereiche aufweist deren Abmessungen größer oder gleich einer Varianzstrecke sind, wobei die Varianzstrecke vorzugsweise der Hälfte der minimalen Objektgröße, welche mit der Vorrichtung 5 erfassbar ist, entspricht.

Zur Überprüfung des Referenzhintergrundes werden in jeder Rechneinheit 53, 53' die matrixförmigen Empfangselemente der zugeordneten Kamera 51, 51' in flächige Zonen eingeteilt, deren Größen vorzugsweise identisch und an die Größe der Varianzstrecke angepasst sind.

Zur Auswertung der Bildinformationen des den Referenzhintergrund bildenden Bildes der objektfreien Schutz- 7 und Warnzone 8 wird in jeder der Zonen aus den Ausgangssignalen der Empfangselemente dieser Zone ein Referenzbildmerkmal zur Beurteilung der Inhomogenitätsstruktur des Referenzhintergrundes abgeleitet.

Je nach Ausbildung der Kamera 51, 51' wird als Referenzbildmerkmal im vorliegenden Fall der Mittelwert der die Ausgangssignale der Empfangselemente einer Zone bildenden Grauwerte oder Farbwerte gebildet. Anschließend werden die so gewonnenen Mittelwerte von benachbarten Zonen miteinander vergli-

chen. Ein ungültiger Referenzhintergrund liegt dann vor, wenn in wenigstens einer Rechneinheit 53, 53' innerhalb des gesamten Referenzhintergrundes wenigstens für zwei benachbarte Zonen innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen derselbe Mittelwert erhalten wird. Demgegenüber liegt ein gültiger Referenzhintergrund nur dann vor, wenn bei der Überprüfung des Referenzhintergrundes in beiden Rechneinheiten 53, 53' übereinstimmend als Ergebnis erhalten wird, dass keine benachbarten Zonen mit dem selben Referenzbildmerkmal innerhalb des Referenzhintergrundes vorliegen. Bei dieser Überprüfung ist somit die Varianzstrecke durch den Abstand zweier benachbarter Zonen definiert.

In den beiden Rechneinheiten 53, 53' wird ein binäres Steuersignal generiert, dessen beide Schaltzustände angeben, ob ein gültiger oder ungültiger Referenzhintergrund vorliegt. Das Steuersignal wird dabei auf den Meldeausgang 58 ausgegeben, mittels dessen die Schaltzustände des Steuersignals visualisiert werden.

In Abhängigkeit des Schaltzustandes des Steuersignals wird die Objekterfassung zur Detektion von Objekten in der Schutzzone 7 und der Warnzone 8 freigegeben oder gesperrt.

Liegt ein ungültiger Referenzhintergrund vor, wird die Objekterfassung nicht freigegeben, d. h. mit der Vorrichtung 5 kann die Schutzzone 7 nicht überwacht werden. Dementsprechend wird auch der Betrieb des Arbeitsmittels über den Schaltausgang 56 gesperrt.

Eine Bedienerperson erkennt anhand der Signalabgabe am Meldeausgang 58, dass ein ungültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde und die Vorrichtung 5 daher gesperrt ist. Die Bedienerperson kann darauf den Teach-in-Vorgang wiederholen bis ein gültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde.

Sobald ein gültiger Referenzhintergrund eingelernt wurde, wird über das Steuersignal die Objekterfassung in der Vorrichtung 5 freigegeben.

Die Erfassung von Objekten innerhalb der Schutzzone 7 und der Warnzone 8 erfolgt durch einen Vergleich der aktuell mit dem Kamerasystem ermittelten
5 Bilder und den in dem Rechnereinheiten 53, 53' abgespeicherten gültigen Referenzhintergrund.

Dabei werden aus den aktuellen Bildinformationen Bildmerkmale gewonnen, anhand derer ein Objekt erfassbar und klassifizierbar ist.

Vorzugsweise werden hierbei die Empfangselemente der jeweiligen Kamera
10 51, 51' in dieselben Zonen eingeteilt, die auch zur Klassifizierung des Referenzhintergrundes eingesetzt wurden. Innerhalb jeder Zone wird ein Bildmerkmal ermittelt. Im einfachsten Fall werden hierzu wiederum die Mittelwerte der als Grauwerte oder Farbwerte ausgebildeten Ausgangssignale der Empfangselemente einer Zone gebildet.

15 Zur Objekterfassung werden die Bildmerkmale der aktuellen Bilder der Kamera 51, 51' mit dem Referenzbildmerkmal des abgespeicherten Referenzhintergrundes verglichen. Ein Objekt gilt in einer Rechnereinheit 53, 53' als erkannt, wenn wenigstens ein Bildmerkmal nicht mit dem zugeordneten Referenzbildmerkmal übereinstimmt.

20 Durch die Bewertung der Bildmerkmale erfolgt insbesondere eine Unterscheidung von sicherheitskritischen und nicht sicherheitskritischen Objekten. Zu den sicherheitskritischen Objekten zählen die Bedienpersonen, vorzugsweise die Arme einer Bedienperson. Nicht sicherheitskritische Objekte bilden beispielsweise statische Objekte im Umfeld des Montageroboters 1, insbesondere auch
25 die von diesem zu bearbeitende Teile.

Die in den einzelnen Rechneinheiten 53, 53' ermittelten Ergebnisse der Bildauswertung werden miteinander verglichen, wobei der Vergleich vorzugsweise auf der Ebene der einzelnen Bildmerkmale erfolgt.

5 Ein sicherheitskritisches Objekt gilt dabei als erkannt, wenn in beiden Rechneinheiten 53, 53' übereinstimmend die einem sicherheitskritischen Objekt entsprechenden Bildmerkmale erfasst werden. Wird ein sicherheitskritisches Objekt innerhalb der Schutzzone 7 erfasst, so führt dies zum Abschalten des Arbeitsmittels.

10 Führt der Vergleich der Bildmerkmale, die in den Rechneinheiten 53, 53' ermittelt werden, nicht zu einem übereinstimmenden Ergebnis wird aus Sicherheitsgründen das Arbeitsmittel ebenfalls außer Betrieb gesetzt, da in diesem Fall nicht auszuschließen ist, dass sich ein sicherheitskritisches Objekt in der Schutzzone 7 befindet.

15 Wird ein sicherheitskritisches Objekt in der Warnzone 8 registriert, so wird dies über den Warnmelder signalisiert.

20 Dadurch wird einer Bedienperson angezeigt, dass sich ein sicherheitskritisches Objekt in unmittelbarer Nähe zur Schutzzone 7 befindet. Insbesondere wird der Bedienperson signalisiert, dass deren Arme in der Nähe der Schutzzone 7 sind, so dass die Bedienperson die drohende Gefahr einer Verletzung durch Entfernen ihrer Hände aus der Warnzone 8 beseitigen kann, ohne dass ein Eingriff in die Schutzzone 7 erfolgt, der zu einem unerwünschten Abschalten des Montage-roboters 1 führen würde.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Bewegungsrichtung eines sicherheitskritischen Objektes innerhalb der Warnzone 8 erfasst.

Eine Aktivierung des Warnmelders 60 erfolgt in diesem Fall zweckmäßigerweise nur dann, wenn sich ein sicherheitskritisches Objekt innerhalb der Warnzone 8 auf die Schutzzone 7 zu bewegt.

5 Prinzipiell kann ein von der Vorrichtung 5 erfasster Erfassungsbereich 6 jeweils in mehrere Schutzzone 7 und Warnzone 8 unterteilt sein. Zweckmäßigerweise umfasst der Referenzhintergrund in diesem Fall sämtliche Schutzzone 7 und Warnzone 8, so dass in diesem Objekte wiederum durch einen Referenzbildvergleich erfassbar sind. Jeweils einer Schutzzone 7 ist vorzugsweise ein separater Schaltausgang 56 und jeder Warnzone 8 ein separater Warnausgang 57 zugeordnet.
10

Eine Außerbetriebsetzung des Arbeitsmittels über die Vorrichtung 5 erfolgt dann, wenn in wenigstens einer Schutzzone 7 wenigstens ein sicherheitskritisches Objekt registriert wird.

15 Je nach Anwendungsfall kann für jede Warnzone 8 ein separater Warnmelder vorgesehen sein. Alternativ kann ein Warnmelder mehreren Warnausgängen zugeordnet sein.

Die Schaltzustände der Schaltausgänge 56 und der Warnausgänge 57 können dabei in geeigneter Weise visualisiert sein, wobei hierfür geeignete Anzeigemittel vorgesehen sind.

20 Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 kann beispielsweise die Visualisierung nach Art einer Verkehrsampel erfolgen. Zeigt eine derartige Ampel rotes Licht an, so befindet sich ein sicherheitskritisches Objekt in der Schutzzone 7. Eine gelbe Signalanzeige entspricht einem sicherheitskritischen Objekt in der Warnzone 8 bei freier Schutzzone 7. Eine grüne Signalanzeige zeigt an,

dass sich weder in der Schutzzone 7 noch in der Warnzone 8 ein sicherheitskritisches Objekt befindet.

Die Dimensionierung der Schutzzone 7 und/oder Warnzone 8 kann beispielsweise durch eine Eingabe von Parametern in die Vorrichtung 5 erfolgen.

5 Beispielsweise kann die Vorrichtung 5 zur Inbetriebnahme und Konfigurierung der Schutzeinrichtung an einen Rechner, beispielsweise einen PC, angeschlossen werden. Die Eingabe der Parameter der Schutzzone 7 und/oder Warnzone 8 kann dann graphisch mit der Maus des PCs auf dem jeweiligen Aufnahmebild erfolgen.

10 Alternativ können die Schutzzone 7 und/oder Warnzone 8 durch einen Einfeldvorgang vor der Inbetriebnahme der Vorrichtung 5 dimensioniert werden.

Des Weiteren können bei den genannten Konfigurierungsmöglichkeiten auch Bereiche innerhalb des Erfassungsbereiches 6 definiert werden, die bei der Überwachung durch Ausblendung ausgenommen sind. Dabei können diese
15 Bereiche insbesondere mit den Schutzzone 7 überlappen. In der nachfolgenden Betriebsphase der Vorrichtung 5 werden diese Bereiche vorzugsweise zu vorgegebenen Zeiten aktiviert. Während dieser Zeiten erfolgt dann bei Eindringen eines sicherheitskritischen Objekts in einen derartigen Bereich weder ein Außerbetriebsetzen des Arbeitsmittels noch die Abgabe eines Warnsignals.

20 Die Definition derartiger Bereiche ist insbesondere dann sinnvoll, wenn beispielsweise bei einem Arbeitsmittel in vorgegebenen Zeitintervallen gefährbringende Werkzeuge außer Betrieb gesetzt werden, so dass in deren Umgebung für diese Zeitintervalle keine Gefährdung des Bedienpersonals zu befürchten ist. Die Definition der Schutzzone 7 und Warnzone 8 während der
25 Konfigurierung erfolgt zweckmäßigerweise applikationsspezifisch.

Die Figuren 3 und 4 zeigen Ausführungsbeispiele, bei welchen das von der erfindungsgemäßen Schutzeinrichtung überwachte Arbeitsmittel von einer Druckmaschine 9 gebildet ist.

Figur 3 zeigt eine Druckmaschine 9 mit einem Anleger 10 und einem Ausleger.
5 Der Anleger 10 bildet den Einzugsbereich, in dem Papierbögen von Papierstapeln 11 abgezogen werden und in die Druckvorrichtung der Druckmaschine 9 eingezogen werden. Die einzelnen Papierstapel 11 werden dabei auf Paletten über einen ersten Kettenförderer 12 dem Anleger 10 zugeführt. Im Bereich des Anlegers 10 werden die Papierstapel 11 auf einer Rollenbahn 13 transportiert.
10 Nach der Bedruckung der Papierbögen werden diese in Papierstapeln 11, die auf Paletten gestapelt sind, im Auslegerbereich über einen zweiten Kettenförderer 14 von der Druckmaschine 9 abtransportiert. In den Bereichen der Kettenförderer 12, 14 und des Anlegers 10 besteht durch die Fahrbewegungen der Paletten mit den Papierstapeln 11 eine Gefahr von Verletzungen für das Be-
15 dienpersonal.

Bei bekannten Druckmaschinen 9 erfolgt die Absicherung dieser Erfassungsbe-
reiche 6 durch eine Umzäunung, die den Zugriff des Bedienpersonals komplett
verhindert. Dadurch wird jedoch die Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit der
Druckmaschine 9 unnötig stark eingeschränkt. Insbesondere ist es nicht oder
20 nur erschwert möglich, nicht sicherheitskritische Objekte im Erfassungsbereich 6 zu positionieren.

Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Vorrichtung 5 mit
dem Kamerasystem oberhalb der Druckmaschine 9 so montiert, dass der von
dieser erfasste Erfassungsbereich 6 die Bereiche des Anlegers 10 und der Ket-
25 tenförderer 12, 14 umfasst.

Die Durchführung der Überwachung mittels der Vorrichtung 5 erfolgt analog
zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1. Insbesondere wird der Erfas-

sungsbereich 6 wieder in geeigneter Weise in Schutzzonen 7 und gegebenenfalls in Warnzonen 8 unterteilt, innerhalb derer sicherheitskritische Objekte erfassbar sind.

Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Schutzeinrichtung an einer Druckmaschine 9. Die Druckmaschine 9 entspricht dabei der Druckmaschine 9 gemäß Figur 4. Im Unterschied zur Schutzeinrichtung gemäß Figur 3 sind im vorliegenden Fall zwei Vorrichtungen 5 zur Überwachung von Erfassungsbereichen 6 vorgesehen. Der von der ersten Vorrichtung 5 erfasste Erfassungsbereich 6 umfasst den ersten Kettenförderer 12 für die Zufuhr von Papierstapeln 11 zur Druckmaschine 9.

Der von der zweiten Vorrichtung 5 erfasste Erfassungsbereich 6 umfasst den zweiten Kettenförderer 14 für den Abtransport von Papierstapeln 11 von der Druckmaschine 9.

Die von den Vorrichtungen 5 erfassten Erfassungsbereiche 6 sind dabei so dimensioniert, dass deren Breiten größer als die Breiten der Kettenförderer 12, 14 sind. Auf diese Weise können sicherheitskritische Objekte bereits erfasst werden, bevor diese in den Bereich der Kettenförderer 12, 14 eingedrungen sind. Zur Orientierung des Bedienpersonals können die Grenzen der Schutzzonen 7 innerhalb der Erfassungsbereiche 6 durch Linien auf dem Boden der Halle, in der die Druckmaschine 9 angeordnet ist, markiert sein.

Zweckmäßigerweise werden bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 3 und 4 vor Inbetriebnahme der Schutzeinrichtung die auf den Paletten zu transportierenden Papierstapel 11 als nicht sicherheitskritische Objekte in der Auswerteeinheit 53 eingelernt und abgespeichert.

Figur 5 zeigt einen Anleger 10 einer Druckmaschine 9, welcher von einer einzelnen Vorrichtung 5 überwacht wird. Die Ausbildung der Druckmaschine 9 entspricht der Druckmaschine 9 gemäß den Figuren 3 und 4.

Der Anleger 10 besteht im Wesentlichen aus einem Rahmen 15, innerhalb dessen ein Papierstapel 11 angeordnet ist. Von der Oberseite des Papierstapels 11 wird mittels eines Greifers 16 der Papiereinzug von Papierbögen in die nicht dargestellte Druckvorrichtung der Druckmaschine 9 bewerkstelligt.

Die Vorrichtung 5 ist oberhalb des Anlegers 10 angebracht, so dass der von dem Kamerasystem der Vorrichtung 5 erfasste Erfassungsbereich 6 die Oberseite des Papierstapels 11 und den Greifer 16 umfasst. Die Schutzzone 7 innerhalb des Erfassungsbereiches 6 wird so dimensioniert, dass der Arbeitsbereich des Greifers 16, der für das Bedienpersonal gefahrbringende Bewegungen ausführt, vollständig erfasst wird.

In den Figuren 6 und 7 ist ein Ausführungsbeispiel eines als Abkantpresse 17 ausgebildeten Arbeitsmittels dargestellt, welches zur Vermeidung von Gefährdungen einer Bedienperson überwacht werden muss.

Die Abkantpresse 17 dient zum Biegen und Formen von Werkstücken 18, insbesondere von Blechteilen. Die Formung eines Werkstücks 18 erfolgt jeweils mittels eines Oberwerkzeugs 19 und eines mit diesem zusammenwirkenden Unterwerkzeugs 20. Bei einer Pressbewegung werden das Ober- 19 und Unterwerkzeug 20 gegeneinander geführt, so dass ein dazwischenliegendes Werkstück 18 entlang einer Biegelinie abgekantet oder gebogen wird.

Zur Bearbeitung der Werkstücke 18 werden diese üblicherweise von Bedienpersonen in vorgegebenen Positionen zwischen Ober- 19 und Unterwerkzeug 20 eingebracht. Dadurch besteht für die jeweilige Bedienperson insbesondere

die Gefahr von schwerwiegenden Verletzungen durch Einbringen der Hände oder Finger in den Bereich zwischen Ober- 19 und Unterwerkzeug 20. Des Weiteren birgt die Bewegung des Werkstücks 18 während des Pressvorgangs ein erhebliches Verletzungsrisiko der Bedienperson.

- 5 Zur Sicherung der Bedienperson ist wiederum die erfindungsgemäße Vorrichtung 5 vorgesehen, welche als berührungslose Schutzeinrichtung einen Erfassungsbereich 6 am Arbeitsmittel erfasst.

Wie aus den Figuren 6 und 7 ersichtlich ist, bildet der von der Vorrichtung 5 überwachte Erfassungsbereich 6 einen dreidimensionalen Raumbereich, dessen
10 Grundfläche einen rechteckigen Querschnitt aufweist. Die Längsseite des Erfassungsbereiches 6 verläuft dabei entlang der Biegelinien der im Erfassungsbereich 6 liegenden Ober- 19 und Unterwerkzeuge 20.

Die Schutzzone 7 ist im vorliegenden Fall als Teilbereich des Erfassungsbereichs 6 ausgebildet, dessen längsseitige Grenze parallel zu den Biegelinien des
15 Ober- 19 und Unterwerkzeuges 20 verläuft. Die Warnzone 8 liegt im Vorfeld des Ober- 19 und Unterwerkzeuges 20 und schließt unmittelbar an die Schutzzone 7 an.

P0310402

Leuze lumiflex GmbH + Co.
82256 Fürstenfeldbruck, DE

5 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Erfassungsbereichs an einem Arbeitsmittel mit wenigstens einer Kamera (51, 51'). In einem ersten Verfahrensschritt erfolgt das Erfassen einer objekt-freien Schutzzone (7) innerhalb des Erfassungsbereichs mittels der Kamera (51, 51') als Referenzhintergrund. Anschließend erfolgt die Überprüfung des Referenzhintergrundes hinsichtlich dessen Inhomogenität. Dabei wird der Referenzhintergrund nur dann als ungültig verworfen, wenn innerhalb einer vorgegebenen Varianzstrecke die ermittelte Inhomogenität ein vorgegebenes Maß unterschreitet. Ansonsten wird der Referenzhintergrund als gültig klassifiziert. Bei als gültig klassifiziertem Referenzhintergrund erfolgt die Freigabe zur Erfassung von in die Schutzzone (7) eindringenden sicherheitskritischen Objekten. Die Erfassung erfolgt durch Vergleich von mit der Kamera (51, 51') aktuell ermittelten Bildern der Schutzzone (7) mit dem gültigen Referenzhintergrund erfolgt. Ein sicherheitskritisches Objekt gilt dann als erkannt, wenn das jeweilige aktuelle Bild signifikant vom Referenzhintergrund abweicht.

Figur 1

P0310402

Leuze lumiflex GmbH + Co.

82256 Fürstentfeldbruck

5 Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|-------|--------------------|
| | (1) | Montageroboter |
| | (2) | Fertigungszelle |
| | (3) | Einzäunung |
| 10 | (4) | Zugangsöffnung |
| | (5) | Vorrichtung |
| | (6) | Erfassungsbereich |
| | (7) | Schutzzone |
| | (8) | Warnzone |
| 15 | (9) | Druckmaschine |
| | (10) | Anleger |
| | (11) | Papierstapel |
| | (12) | Kettenförderer |
| | (13) | Rollenbahn |
| 20 | (14) | Kettenförderer |
| | (15) | Rahmen |
| | (16) | Greifer |
| | (17) | Abkantpresse |
| | (18) | Werkstück |
| 25 | (19) | Oberwerkzeug |
| | (20) | Unterwerkzeug |
| | (50) | Beleuchtungssystem |
| | (51) | Kamera |
| | (51') | Kamera |
| 30 | (52) | Strahlteiler |
| | (53) | Rechnereinheit |
| | (53') | Rechnereinheit |

- (54) Schnittstelle
- (54') Schnittstelle
- (55) Ausgangsschaltung
- (56) Schaltausgang
- 5 (57) Warnausgang
- (58) Meldeausgang

Fig. 1

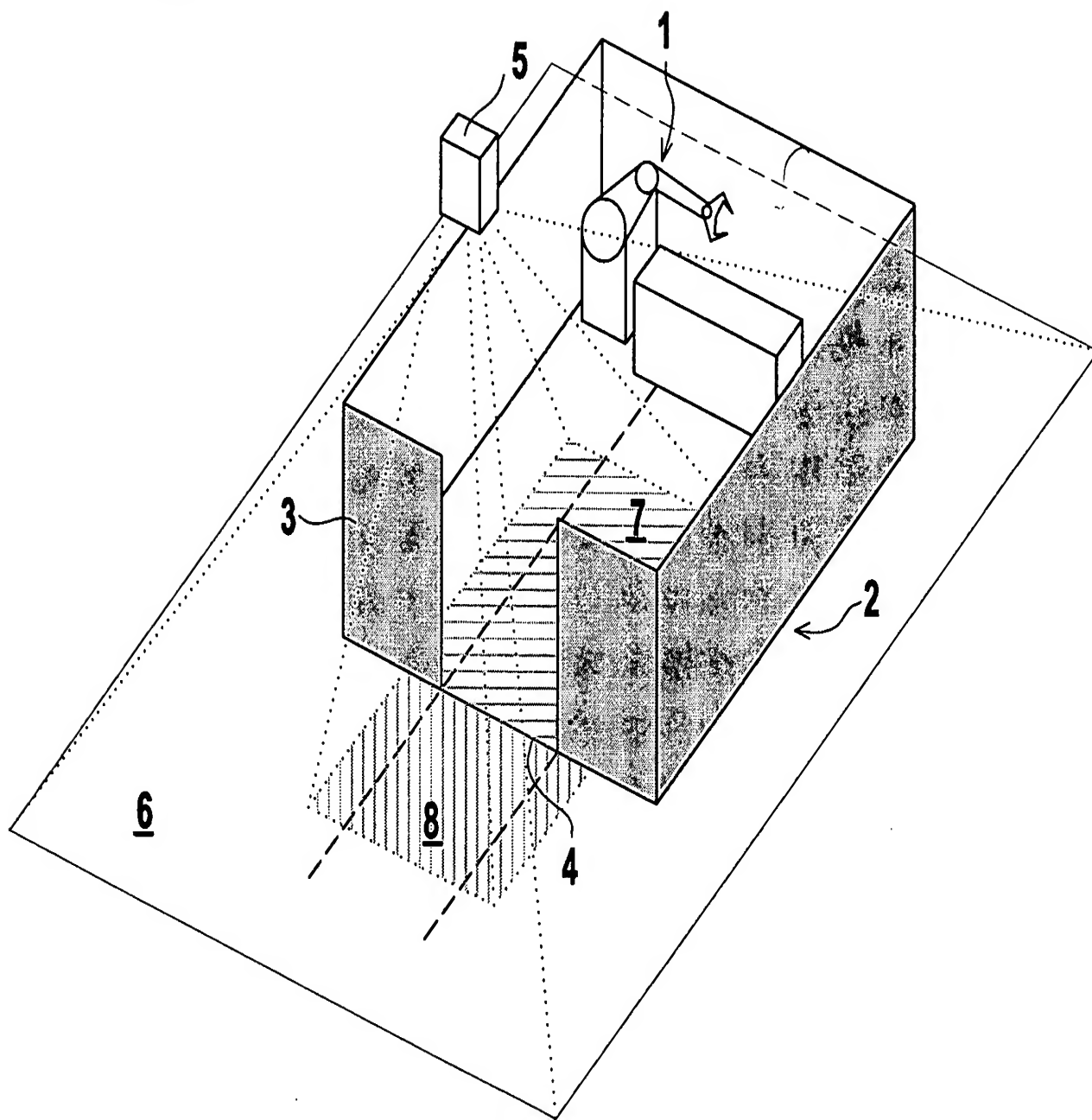


Fig. 2

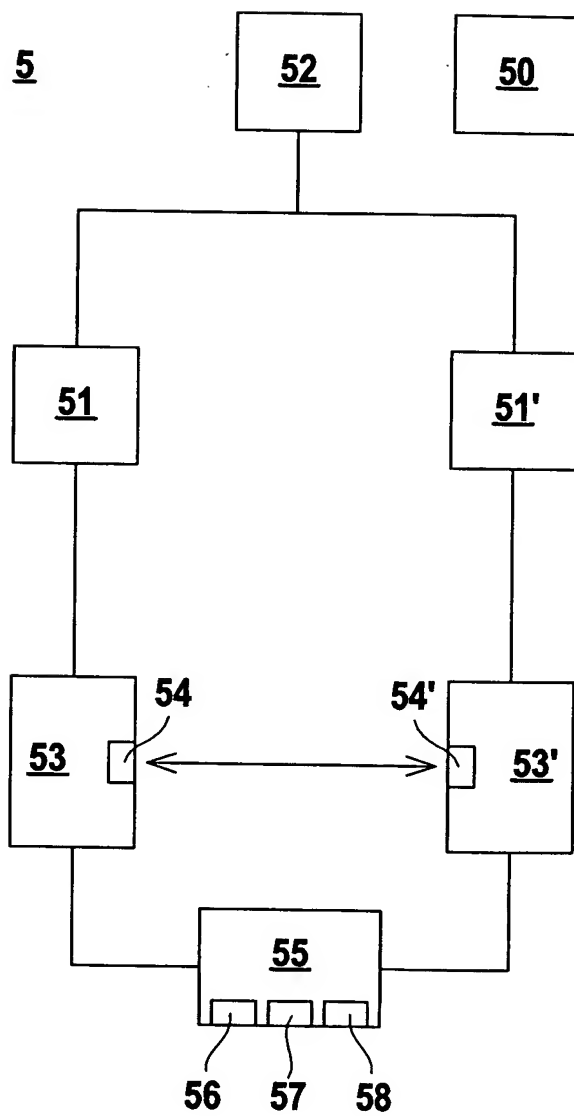


Fig. 3

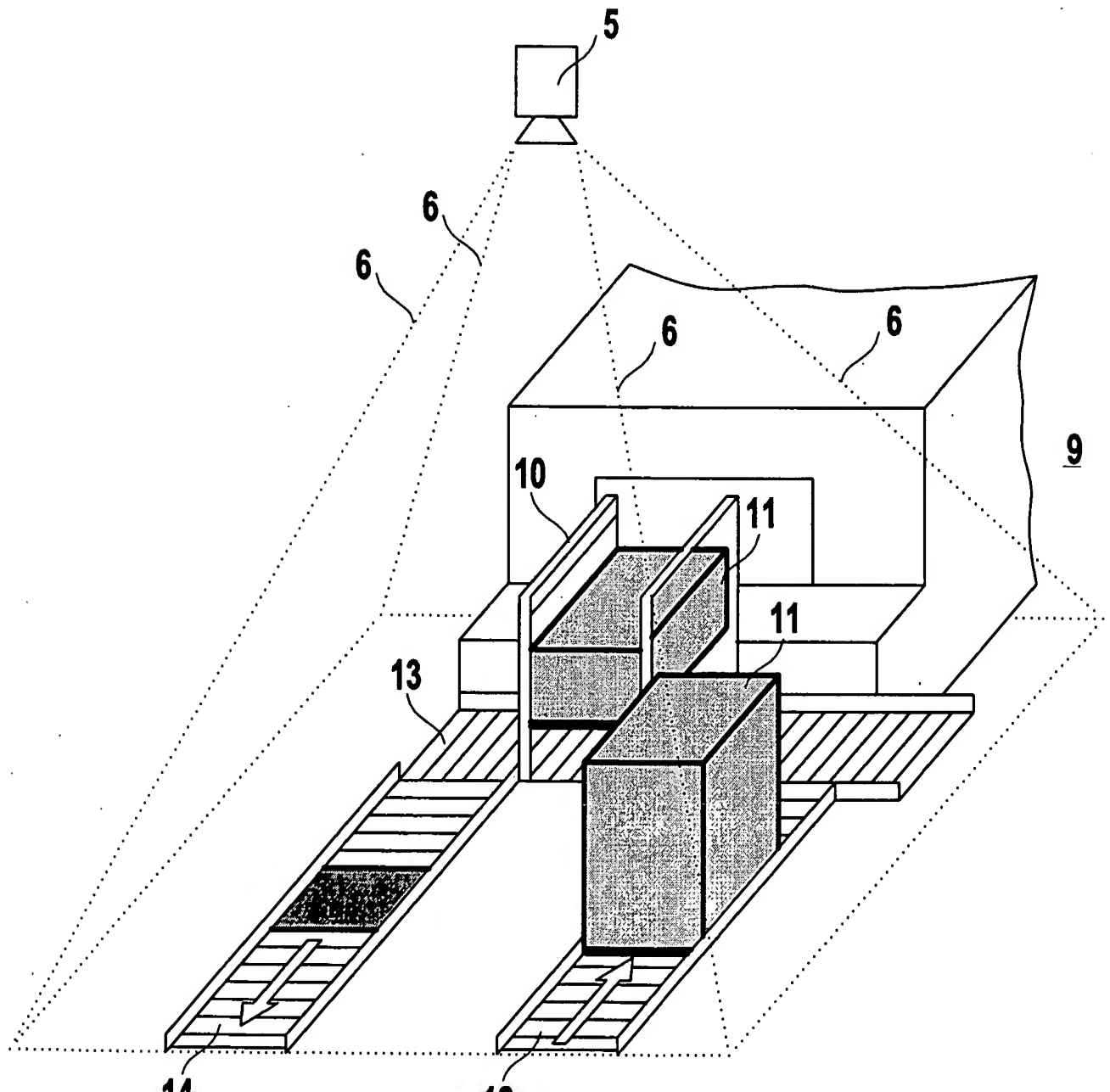


Fig. 4

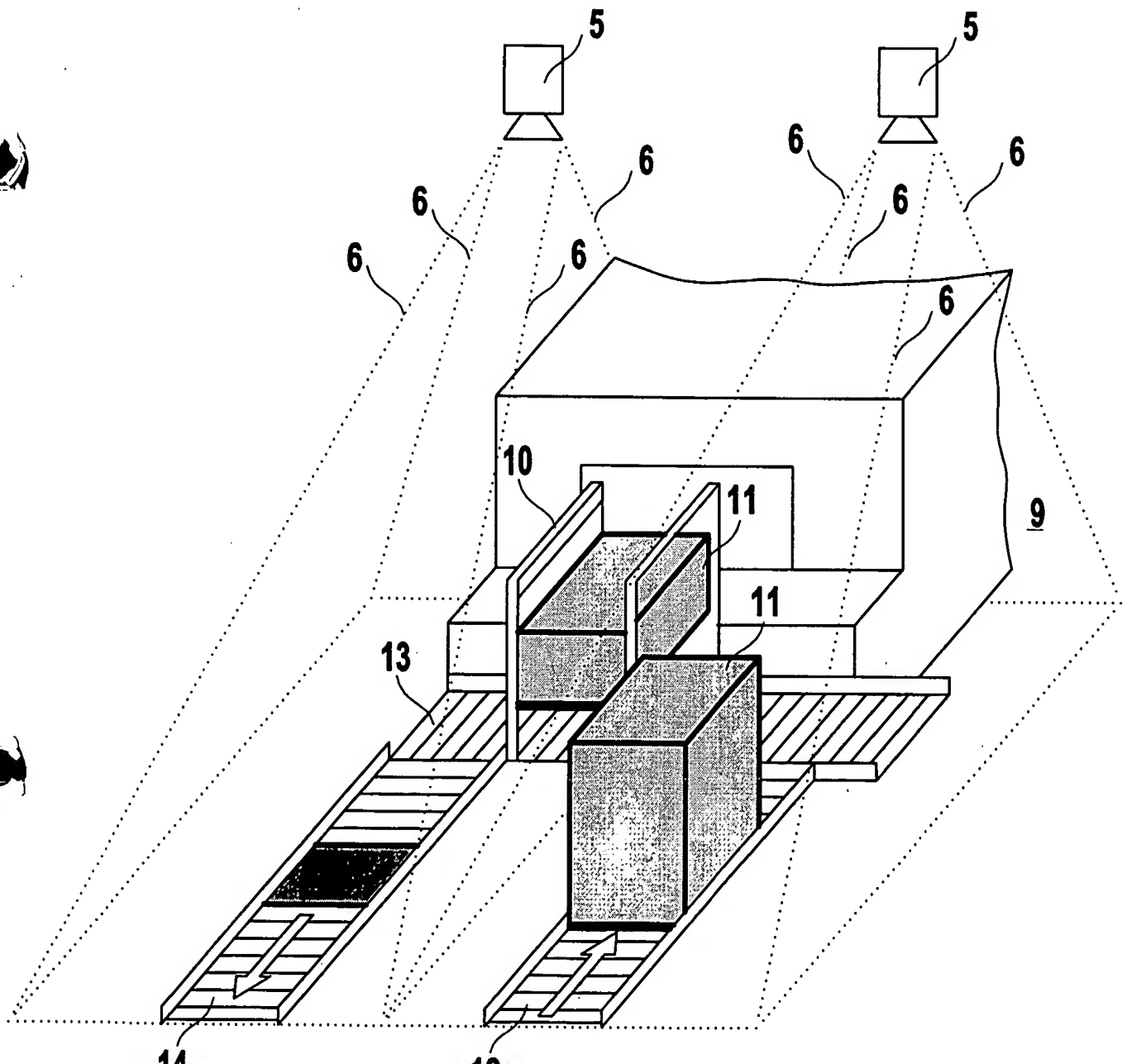


Fig. 5

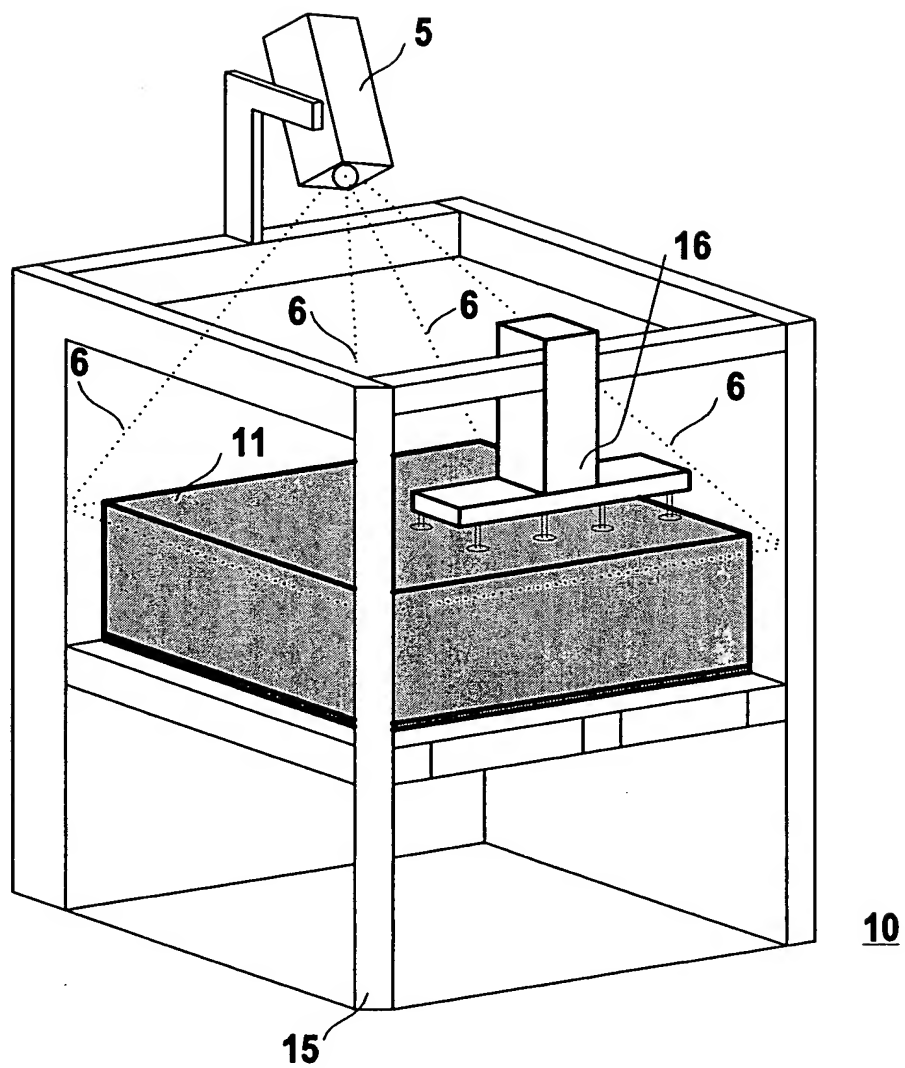


Fig. 6

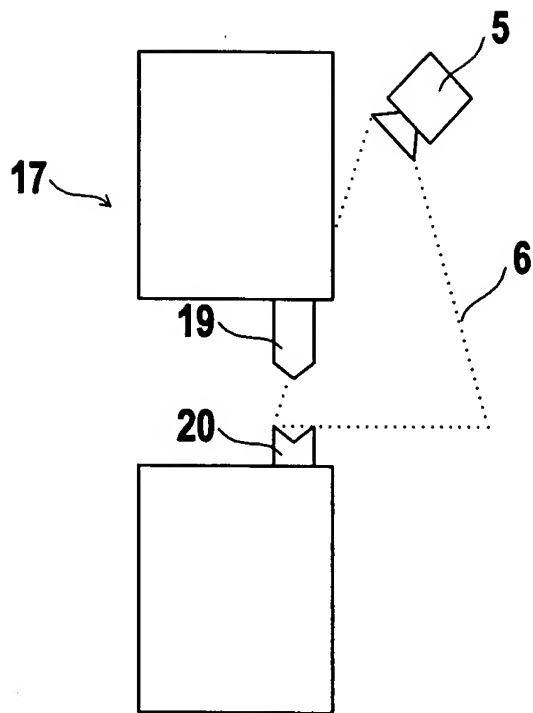


Fig. 7

